



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 30 764 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁸:
G 01 P 3/487
G 01 B 7/30
G 01 D 5/244
// G 01 B 101:10

⑳ Aktenzeichen: 196 30 764.3
㉔ Anmeldetag: 31. 7. 96
㉕ Offenlegungstag: 3. 4. 97

DE 196 30 764 A 1

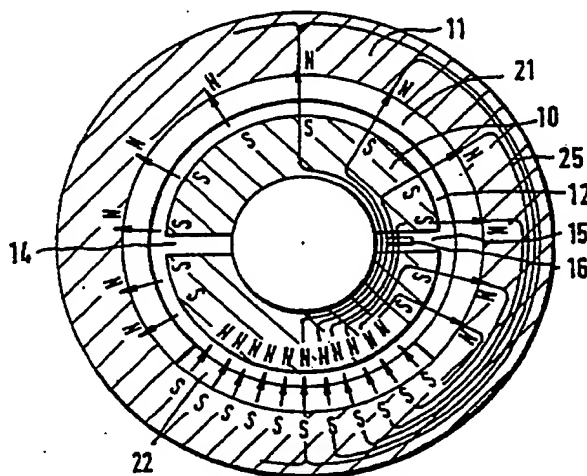
③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1
29.09.95 DE 195363221 19.12.95 DE 295201118

⑦1 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Herden, Werner, Dr., 70839 Gerlingen, DE

⑤4 Meßvorrichtung zur berührungslosen Erfassung einer Relativbewegung

⑤7 Eine Meßvorrichtung zur berührungslosen Erfassung einer Relativbewegung besteht aus einem Rotor (11) und einem Stator (10). Im Stator (10) ist in einem schlitzartigen Luftspalt (14, 15) ein Hallelement (16) angeordnet. In der Innenwand des Rotors (11) sind zwei Ringmagnete (21, 22) angeordnet, die gegensinnig ausgerichtete magnetische Polaritäten aufweisen. Um bei einer linearen Meßkurve einen Drehwinkel von größer $\pm 75^\circ$ erfassen zu können, weist der erste Ringmagnet (15) einen Winkelbereich von größer 180° auf. Wird ferner der Nullpunkt der magnetischen Induktion B in den Beginn des linearen Bereichs der mechanischen Meßstrecke verlegt, so können insbesondere kleine Drehwinkel mit einem relativ geringen Meßfehler ermittelt werden.



DE 196 30 764 A 1

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Meßvorrichtung zur berührungslosen Erfassung einer Relativbewegung nach der Gattung des Anspruchs 1.

Aus der FR-OS 90 15 223 ist eine derartige Meßvorrichtung bekannt, bei der ein Stator und ein Rotor relativ zueinander bewegt werden. Zwischen dem jeweils aus magnetisch leitendem Material bestehenden Stator und dem Rotor befindet sich ein kleiner Luftspalt. Im Rotor ist über eine Länge von 180° ein erster ringförmiger Permanentmagnet angeordnet, der radial polarisiert ist. Im übrigen, ebenfalls 180° aufweisenden Bereich des Stators befindet sich ein zweiter ringförmiger Permanentmagnet mit gegensinniger Polarisierung. Ferner weist der Stator zwei diametral gegenüberliegende Luftspalte auf. Wenigstens in einem dieser Luftspalte ist ein Hallsensor angeordnet. Bei der Drehbewegung des Rotors gegenüber dem Stator verändert sich die Stärke des durch den Hallsensor verlaufenden Magnetfelds. Diese Änderung des Magnetfelds erzeugt ein proportional zur Größe der Drehbewegung verlaufendes Meßsignal. Der lineare Meßbereich dieser Meßvorrichtung ist aber auf eine Größe von ca. $\pm 75^\circ$ begrenzt. Ferner ist bei einem Meßbereich von ca. 150° der Rotor gegenüber dem Stator so angeordnet, daß der Nullpunkt der Induktion in der Mitte des Winkelbereiches liegt. Dadurch ergibt sich, daß man in der Mitte des Meßbereichs Meßsignale mit dem geringsten Meßfehler und an den Bereichsenden die Meßsignale behaftet mit dem größten Meßfehler erhält.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Meßvorrichtung zur berührungslosen Erfassung einer Relativbewegung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß ein linearer Meßbereich von größer als $\pm 90^\circ$ möglich ist, d. h. eine Linearität zwischen der Relativbewegung und dem erzeugten Meßsignal. Voraussetzung für die Linearität ist selbstverständlich auch hier, daß das magnetfeldempfindliche Element selbst eine weitgehend lineare Abhängigkeit seines erzeugten Meßsignals zur magnetischen Induktion B aufweist. Aufgrund der Verschiebung des Ausgangspunkts des Winkelbereichs in den Nullpunkt der magnetischen Induktion B ist eine hohe Genauigkeit im Bereich kleiner Meßwerte, das heißt in der Umgebung des Ausgangspunkts der Messung, d. h. Winkelnullpunkt, möglich, weil in diesem Punkt lediglich der Temperaturgang des Offsets des Hallsensors wirksam wird und bei modernen Konzeptionen der Hallsensoren dieser Temperaturgang sehr gering gehalten werden kann. Diese hohe Meßgenauigkeit in diesem Bereich ist insbesondere bei der Verwendung der Meßvorrichtung in Kraftfahrzeugen notwendig. Wird die Meßvorrichtung zum Beispiel bei der Einstellung der Position der Drosselklappe oder bei der Überwachung der Stellung des Fahrpedals eingesetzt, so können bei nahezu geschlossener Drosselklappe beziehungsweise bei nahezu Leerlaufstellung eines Pedalwertgebers bereits sehr kleine Winkeländerungen eine große Durchsatzänderung des durchströmenden Kraftstoffs bewirken. Im Gegensatz hierzu sind bei diesen Anwendungen im Bereich sehr großer Drehwinkel größere Meßfehler tolerierbar. We-

sentlich erleichtert wird die Herstellung der verwendeten Ringmagnete oder deren einzelnen Abschnitte, wenn der Permanentwerkstoff mit Kunststoff verbunden verarbeitet wird. Dadurch kann die Geometrie der Ringmagnete durch ein Kunststoffspritzverfahren mit hoher Genauigkeit und kostengünstiger hergestellt werden. Insbesondere kann hierbei im Vergleich zu den bei reinen Metallmagneten notwendigen Sinterverfahren auf eine Nachbearbeitung, das heißt z. B. Schleifen, verzichtet werden. Zu dem läßt sich im Kunststoffspritzverfahren ein Ringmagnet beziehungsweise ein einzelnes Segment davon an das Weicheisenteil, sowohl den Rotor als auch den Stator direkt anspritzten.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen Meßvorrichtung möglich.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. In der Fig. 1 ist ein Längsschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel mit zwei Ringmagneten und in der Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel der Meßvorrichtung mit nur einem Ringmagneten dargestellt. Fig. 3 bis 9 und 11 zeigen weitere Ausführungsbeispiele und Fig. 10 zeigt den Verlauf des Meßsignals.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In der Fig. 1 ist mit 10 ein Stator bezeichnet, der von einem Rotor 11 umgeben ist. Zwischen Stator 10 und Rotor 11 befindet sich ein Luftspalt 12, der möglichst klein sein soll und in der Praxis etwa 0,5 mm beträgt. Der Stator 10 und der Rotor 11 bestehen aus einem magnetisch leitendem Material mit hoher Permeabilität und geringer magnetischer Hysterese. Hierbei kann es sich zum Beispiel um Weicheisen handeln. Der Stator 10 weist ferner zwei diametral gegenüberliegende schlitzenartige Luftspalte 14, 15 auf, wobei sich mindestens im Luftspalt 15 mindestens ein Hallelement 16 befindet, mit dem die Relativbewegung des Rotors 11 gegenüber dem Stator 10 bestimmt wird. Statt eines Hallelements kann auch jedes andere magnetfeldempfindliche Bauteil, wie zum Beispiel Feldplatte, Magnettransistor, magnetoresistives Element etc. verwendet werden. Wichtig hierbei ist aber, daß das magnetfeldempfindliche Bauteil eine möglichst lineare Abhängigkeit seines Ausgangssignals von der magnetischen Induktion B aufweist. Der Stator 10 kann selbstverständlich auch nur mit einem Luftspalt 15 ausgebildet sein. Der zweite Luftspalt 14 ist nur notwendig, falls mit Hilfe eines zweiten magnetfeldempfindlichen Bauteils eine redundante oder meßfehlerkompensierende Messung durchgeführt werden soll.

Um ein Meßsignal mit Hilfe des Hallelements 16 erzeugen zu können, ist in der dem Stator 10 zugewandten Innenwand des Rotors 11 ein erster (21) und ein zweiter (22) Ringmagnet eingelassen. Der erste Ringmagnet 21 bildet ein Winkelsegment von zirka 240° , während der zweite Ringmagnet 22 ein Winkelsegment von 120° bildet, so daß die beiden Ringmagnete 21, 22, einen geschlossenen Kreis bilden. Wichtig ist hierbei, daß der erste Ringmagnet 21 einen Winkelbereich von größer 180° aufweist und der zweite Ringmagnet 22 einen auf den Winkel von 360° ergänzenden Winkelbereich erfaßt. Die magnetische Polarisierung der beiden Ringma-

gnete 21, 22 ist je radial und gegensinnig ausgerichtet, was bedeutet, daß zum Beispiel beim ersten Ringmagneten 21, wie in der Fig. 1 eingezeichnet, der magnetische Nordpol sich an der Innenwand des Rotors 11 befindet, während beim zweiten Ringmagneten 22 der magnetische Südpol sich an der Innenwand des Rotors 11 befindet. Als Ringmagnete 21, 22 können im Handel übliche Permanentmagnete verwendet werden. Auch können die Ringmagnete vor ihrem Einbau entsprechend aufmagnetisiert werden. Vorteilhaft ist es aber, wenn der Permanentmagnet beziehungsweise der Magnetwerkstoff in eine Kunststoffmasse eingebunden ist. Hierbei kann der Magnetwerkstoff im Spritzverfahren realisiert werden. Dadurch ist eine hohe Maßgenauigkeit und eine kostengünstige Herstellung der Ringmagnete 21, 22 möglich. Zu dem können im Kunststoffspritzverfahren die Ringmagnete direkt in Ausnehmungen des Rotors eingespritzt werden. Als Magnetwerkstoff kann z. B. SmCo_5 , $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$, NdFeB , AlNiCo oder Feritte als Magnetwerkstoff eingesetzt werden.

Aufgrund der Ringmagnete 21, 22 wird ein magnetischer Fluß 25 im Rotor 11 und im Stator 10 bewirkt. Die magnetischen Feldlinien dieses magnetischen Flusses 25 verlaufen hierbei vom magnetischen Nordpol des ersten Ringmagneten 21 durch den Rotor 11 zum Südpol des zweiten Ringmagneten 22 beziehungsweise vom Nordpol des zweiten Ringmagneten 22 über den Luftspalt 12 zum Südpol des ersten Ringmagneten 21. Der Weg des magnetischen Flusses 25 geht hierbei auch über das im Luftspalt 15 angeordnete Hallelement 16. Bewegt sich der Rotor 11 relativ zum Stator 10, so nimmt je nach Drehrichtung der magnetische Fluß 25 durch das Hallelement 16 zu oder ab. Diese Änderung der Stärke des magnetischen Flusses 25 ist hierbei linear zum Drehwinkel des Rotors 11 gegenüber dem Stator 10, da aufgrund der homogenen radialen Magnetisierung der beiden Ringmagnete 21, 22 ein konstanter Flußzuwachs (Induktion B) bzw. eine konstante Flußabnahme pro Winkereinheit entsteht. In bekannter Weise erzeugt die magnetische Induktion B im Hallelement 16 ein elektrisches Ausgangssignal, das linear zum Drehwinkel verläuft. Selbstverständlich wäre es auch bei der Ausführung nach der Fig. 1 grundsätzlich möglich, die Ausbildung des Rotors und des Stators untereinander zu vertauschen.

Bei der Ausbildung nach der Fig. 2 ist der Rotor 11a im Innern des Stators 10a angeordnet. Der Stator 10a ist hierbei als Ring ausgebildet und weist wiederum die beiden schlitzzartigen Luftspalte 14, 15 auf. Der Rotor 11a ist mit einer Welle 40 verbunden, deren Drehbewegung bestimmt werden soll, und ragt in das Innere des Stators 10a, wobei sich zwischen Rotor 11a und Stator 10a wieder der kleine Luftspalt 12 befindet. Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel nach der Fig. 1 ist nur der erste Ringmagnet 21 vorhanden. Seine Ausbildung entspricht der nach der Fig. 1. Der zweite Ringmagnet 22 beim Ausführungsbeispiel nach der Fig. 1 fehlt hier. Statt dessen ist der Bereich zwischen den Enden des Ringmagneten 21 mit magnetisch leitendem Material des Rotors 11a ausgefüllt. Der Ringmagnet 21 ist somit beim Ausführungsbeispiel nach der Fig. 2 in eine Ausnehmung 41 der Außenwand des Stators 11a eingesetzt. Die Funktionsweise entspricht der der Meßeinrichtung nach der Fig. 1. Bei der Drehbewegung des Rotors relativ zum Stator wird die magnetische Induktion B im Bereich des Hallelements 16 verändert und somit ein Meßsignal erzeugt. Der magnetische Fluß 25 verläuft hierbei vom Nordpol des Ringmagneten 21 über den

Luftspalt 12, durch den Stator 10a zurück über den Luftspalt 12 und den Rotor 11a zum Südpol des Ringmagneten 21.

In den Fig. 3 bis 8 sind weitere Abwandlungen der Ausführungsbeispiele dargestellt. Wesentlich ist bei diesen Ausführungen, daß keiner der Luftspalte zwischen den Abschnitten des Stators während der Drehbewegung des Rotors innerhalb des Meßbereichs eine Diskontinuitätsstelle der Magneten des Rotors, d. h. eine Übergangsstelle von einem Magneten zum anderen Magneten mit entgegengesetzter Polarität bzw. vom Magneten zum Bereich aus magnetisch leitendem Material des Rotors überstreicht. Durch diese Ausbildung kann der lineare Verlauf der Meßkurve über den gesamten Meßbereich verbessert werden und weist vor allem im Bereich von 90° Grad bis 110° Grad noch einen nahezu linearen Verlauf auf. In der Fig. 3 ist eine Ausbildung mit einem in drei Abschnitte 51, 52, 53 aufgeteilten Stator 10c dargestellt. Jeder der drei Abschnitte 51, 52, 53 hat einen Winkelbereich von ca. 120° Grad und zwischen den einzelnen Abschnitten 51, 52, 53 befindet sich je ein Luftspalt 54, 55, 56. Der Rotor 11c entspricht der Ausbildung nach Fig. 1. Befinden sich Stator 10c und der Rotor 11c in Ausgangsstellung, so befindet sich der Luftspalt 55 in dem der Hallsensor 16 angeordnet ist in der Mitte des ca. 240° Grad aufweisenden Ringmagneten 21. Die beiden anderen Luftspalte 54, 56 sind aufgrund des ca. 120° Grad aufweisenden Abstands vom Luftspalt 55 im Übergangsbereich des Ringmagneten 21 zum Ringmagneten 22 ausgebildet. Dabei überstreicht weder der Luftspalt 54 noch der Luftspalt 56 bei einer Drehbewegung von 120° Grad im oder gegen den Uhrzeigersinn, also bei einer Messung keine Diskontinuitätsstelle, d. h. keine Übergangsstelle von einem Ringmagneten zum anderen Ringmagneten.

Während in der Fig. 3 der Rotor 11c den Stator 10c umgreift, sind in der Fig. 4 Rotor und Stator vertauscht, was bedeutet, daß in der Fig. 4 der Stator 10d den Rotor 11d umgreift.

In der Ausführung nach der Fig. 5 ist der zweite Ringmagnet 22 durch einen Bereich aus magnetisch leitendem Material ersetzt. Die Ausbildung des Stators 10e, insbesondere der Abschnitte und der Luftspalte entspricht der nach der Fig. 3. In analoger Weise, wie von der Fig. 3 zu der Fig. 4, ist die Fig. 6 gegenüber der Fig. 5 abgewandelt. In der Fig. 6 umgreift bei sonst gleicher Ausgestaltung wie in der Fig. 5, der Stator 10f den Rotor 11f.

Will man nur mit einem einzigen Hallelement arbeiten, so kann im Stator auch nur ein Luftspalt realisiert sein. Dadurch lassen sich grundsätzlich alle durch weitere Luftspalte auftretende Meßkurvenverfälschungen vermeiden. Der Ausgangspunkt der Messung ist ferner im Bereich des ca. 270° Grad umfassenden Winkelbereichs des Ringmagneten 21 wählbar, wobei für einen geringen Temperaturgang des Hallsensors vorteilhaft der Nullpunkt des Winkelbereichs mit dem Nullpunkt der magnetischen Induktion zusammengelegt wird, wie in der Fig. 10 dargestellt.

In der Fig. 8 umgreift der Stator 10g den Rotor 11g. Ferner weist der Stator 10g zwei Luftspalte 61, 62 auf, wobei der Abstand zwischen den Luftspalten 61, 62 120° Grad beträgt. In Ausgangsstellung ist der erste Luftspalt 61 in der Mitte des Ringmagneten 21 angeordnet, während der zweite Luftspalt 62 sich im Übergangsbereich zwischen den beiden Magneten 21, 22 befindet. In der Fig. 8 z. B. ist in beiden Luftspalten 61, 62 je ein Hallelement 16 angeordnet, um die erwähnte redundan-

te oder meßfehlerkompensierende Messung durchführen zu können. Hierbei nimmt die Induktion B im Hallelement 16 im Luftspalt 61 kontinuierlich zu, während die Induktion B gleichzeitig im Hallelement 16 im Luftspalt 62 kontinuierlich abnimmt. Die Meßwerte werden dann in einer bekannten, hier nicht dargestellten elektrischen Schaltung ausgewertet.

Ferner könnte in den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 1, 3, 4, 7, 8 der Ringmagnet 22 bzw. der Ringmagnet 21 durch Luft ersetzt werden, so daß sich, wie in der Fig. 9 gezeigt, in diesem Bereich ein verbreiteter Luftspalt 65 ergeben würde.

In der Fig. 10 ist nun der Verlauf der Änderung der Induktion B über den Drehwinkel α bei einer im Abschnitt Stand der Technik beschriebenen Meßvorrichtung dargestellt (Kurve a). Dabei beträgt der lineare Bereich der Kennlinie ca $\pm 75^\circ$. Soll damit linear bei einem Meßbereich von 100° gemessen werden, so kann dieser bestenfalls von -25° bis $+75^\circ$ erfolgen. Damit liegt aber der Bereich höchster Meßgenauigkeit, nämlich bei $B = 0$, mitten im Meßbereich.

Dagegen ergibt sich bei einer Anordnung gemäß der Erfindung ein linearer Bereich der Kennlinie von größer 90° (als Beispiel Kurve b in Fig. 10 mit ca. $\pm 110^\circ$). Damit ergibt sich gemäß der Erfindung die Möglichkeit, bei einem gewünschten linearen Meßbereich von 100° den Bereich mit höchster Meßgenauigkeit, nämlich bei $B = 0$ in den Winkelnullpunkt zu legen und somit die gewünschte hohe Genauigkeit im Winkelnullpunkt zu erreichen.

Statt der in den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 1 bis 9 dargestellten, übereinander angeordneten Stator und Rotor könnten Stator und Rotor auch als Scheiben nebeneinander ausgebildet sein. In der schematischen Darstellung in der Fig. 11 ist ein scheibenförmiger Rotor 11b an einer Welle 40b befestigt. In der Stirnseite des Rotors 11b sind die beiden Ringmagnete eingelassen, wobei in der Fig. 11 aufgrund des Schnittes nur der Ringmagnet 21b sichtbar ist. Mit einem Luftspalt 12b steht dem Rotor 11b der Stator 10b gegenüber. Es sind Schlitze 14b und 15b im Stator 10b vorhanden, wobei im Schlitz 15b ein Hallelement 16b zur Signalerzeugung angeordnet ist. Dieses Ausführungsbeispiel korrespondiert zur Ausbildung nach der Fig. 1. Entsprechend könnte auch die Ausführungsbeispiele nach den Fig. 2 bis 9 umgestaltet werden.

Patentansprüche

1. Meßvorrichtung zur berührungslosen Erfassung einer Relativbewegung zwischen einem Stator (10) und einem Rotor (11) wobei sich zwischen Stator (10) und Rotor (11) ein Hauptluftspalt (12) befindet und im Stator (10) mindestens ein Luftspalt (14, 15, 54, 55, 56) ausgebildet ist, wobei sich in mindestens einem Luftspalt (14, 15, 54, 55, 56) mindestens ein magnetfeldempfindliches Element (16) befindet und wobei im Rotor (11) mindestens ein Ringmagnet (21, 22) mit in radialer Richtung ausgerichteter magnetischer Polarisierung angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ringmagnet (21) einen Winkelbereich von größer 180° aufweist.
2. Meßvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der sich zwischen den Enden des Ringmagneten (21) ergebende restliche Winkelbereich aus magnetisch leitendem Material besteht (Fig. 2)
3. Meßvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch ge-

kennzeichnet, daß der sich zwischen den Enden des ersten Ringmagneten (21) ergebende restliche Winkelbereich einen Ringmagneten (22) mit zum Ringmagneten (21) gegensinniger magnetischer Polarisierung aufweist (Fig. 1)

4. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (10) aus mehreren durch Luftspalte (54, 55, 56) getrennte Bereiche (51, 52, 53) besteht und daß keiner der Luftspalte (14, 15) eine sich am Ende der Ringmagneten (21, 22) befindliche Diskontinuitätsstelle im Meßbereich überschreitet.

5. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (10) drei Luftspalte (54, 55, 56) aufweist, die im Abstand von 120° Grad im Stator (10) ausgebildet sind.

6. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (10) zwei Luftspalte (61, 62) aufweist, die einen Abstand von 120° Grad aufweisen.

7. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (10) einen Luftspalt (61) aufweist und dieser Luftspalt (61) in Ausgangsstellung der Meßvorrichtung sich in der Mitte des Winkelbereichs des Ringmagneten (21) befindet.

8. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (11) den Stator (10) umkreist (Fig. 1).

9. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (10) den Rotor (11) umgreift (Fig. 2).

10. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (10) und der Rotor (11) scheibenförmig ausgebildet sind (Fig. 10).

11. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (10) und der Rotor (11) aus magnetisch leitendem Material bestehen.

12. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Nullpunkt des mechanischen Meßbereichs mit dem Nullpunkt der magnetischen Induktion B mindestens nahezu zusammengelegt wird.

13. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetfeldempfindliche Element ein Hallelement (16) ist.

14. Meßvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der sich zwischen dem Ende des Ringmagneten (21) ergebende restliche Winkelbereich Luft aufweist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

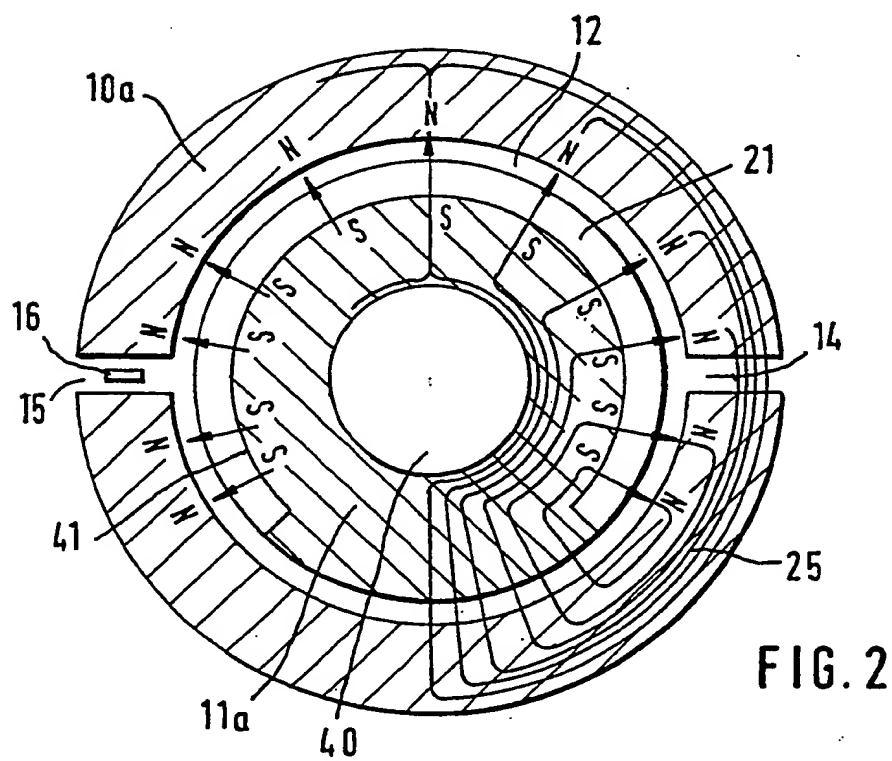
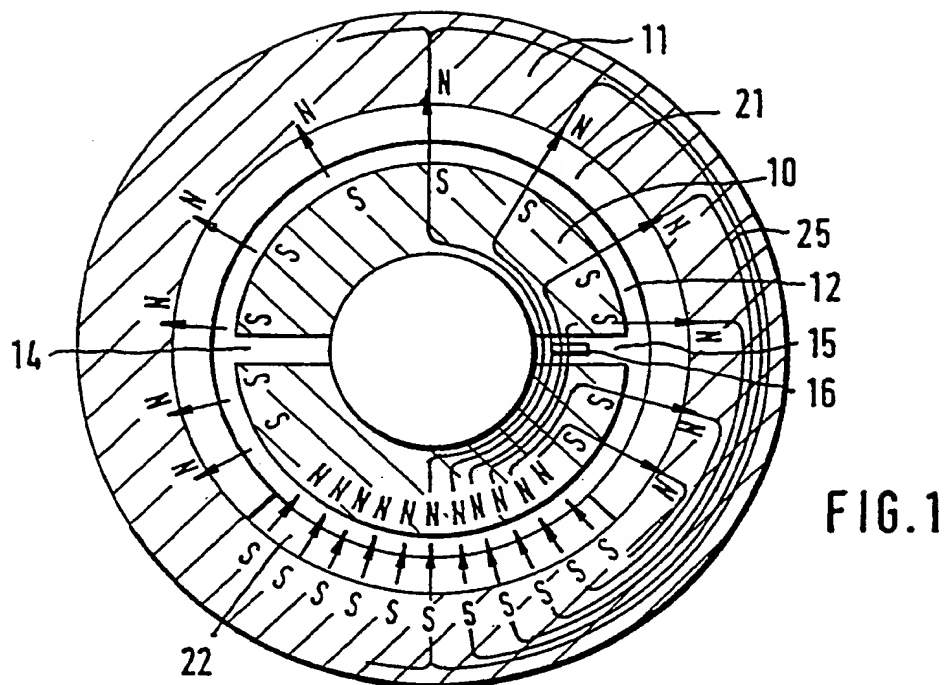


FIG. 3

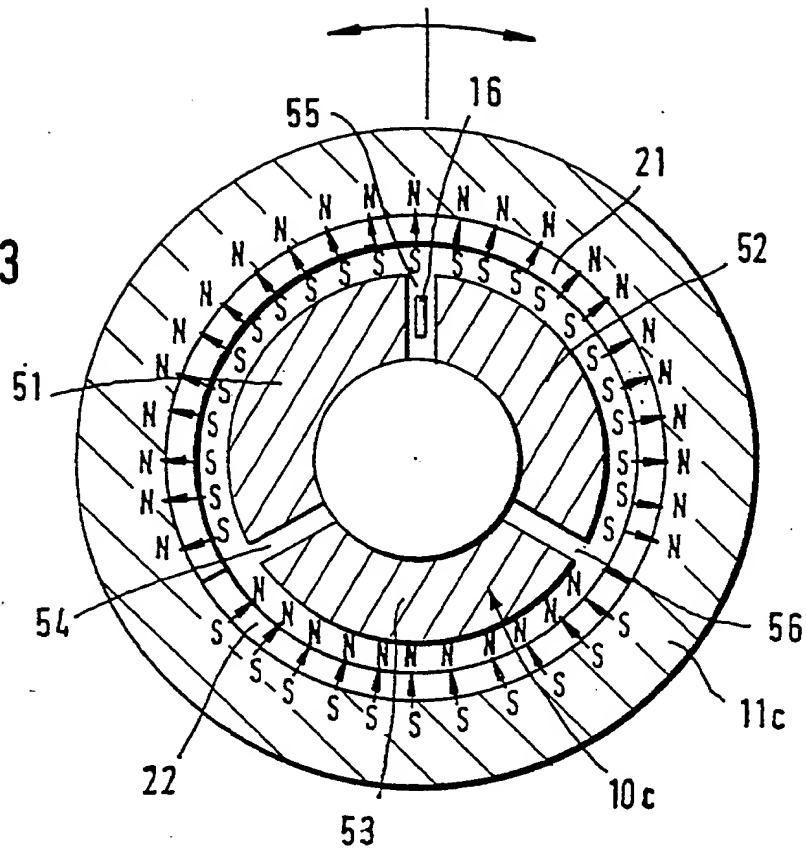


FIG. 4

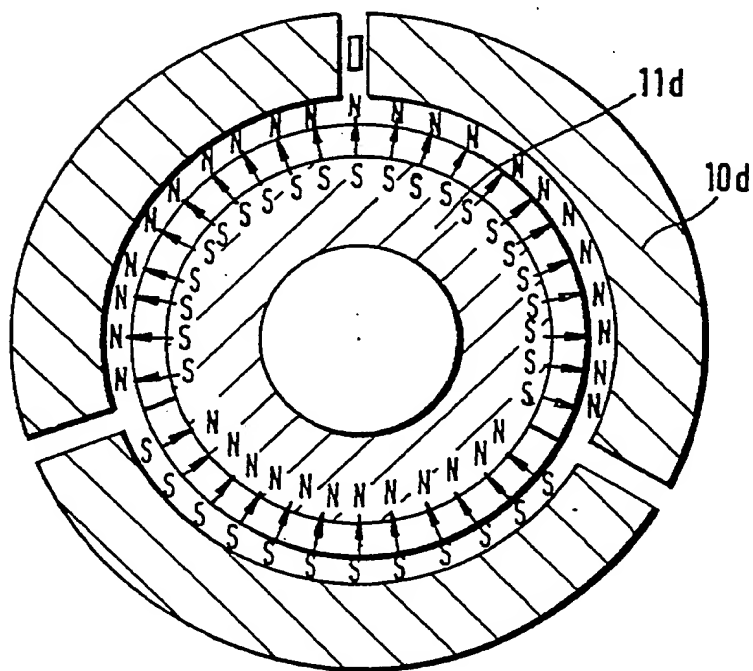


FIG. 5

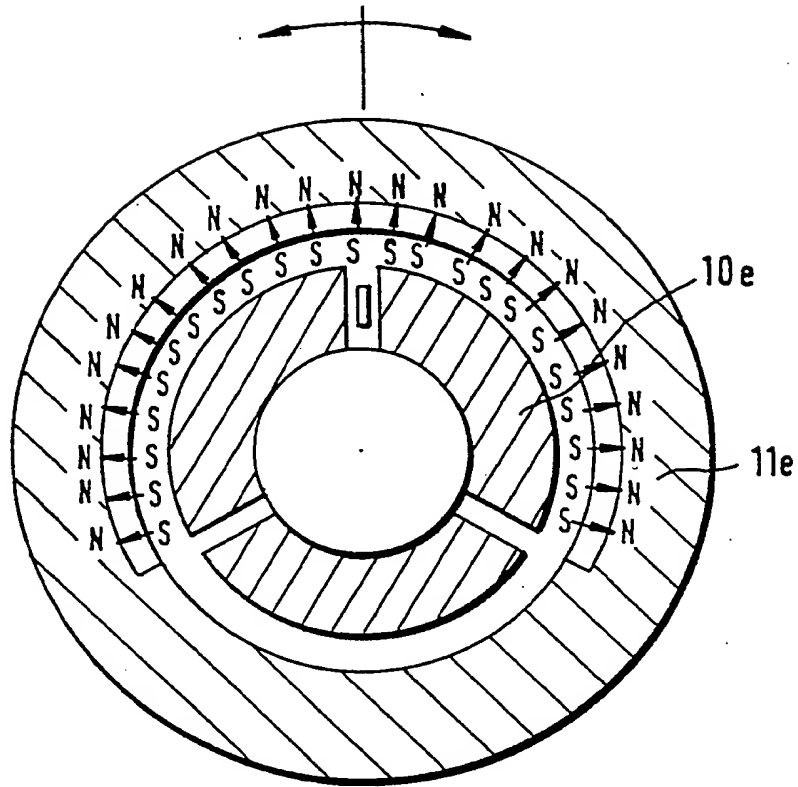


FIG. 6

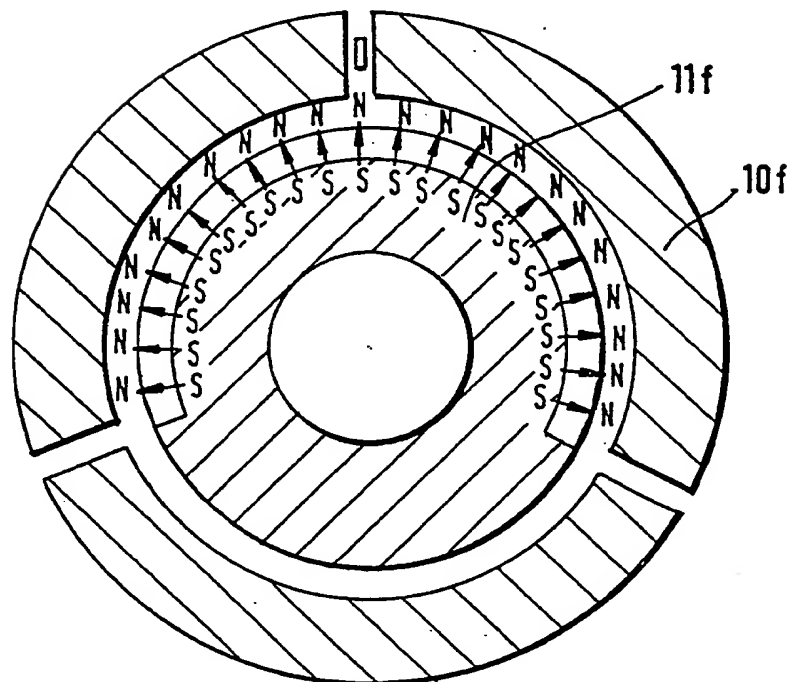


FIG. 7

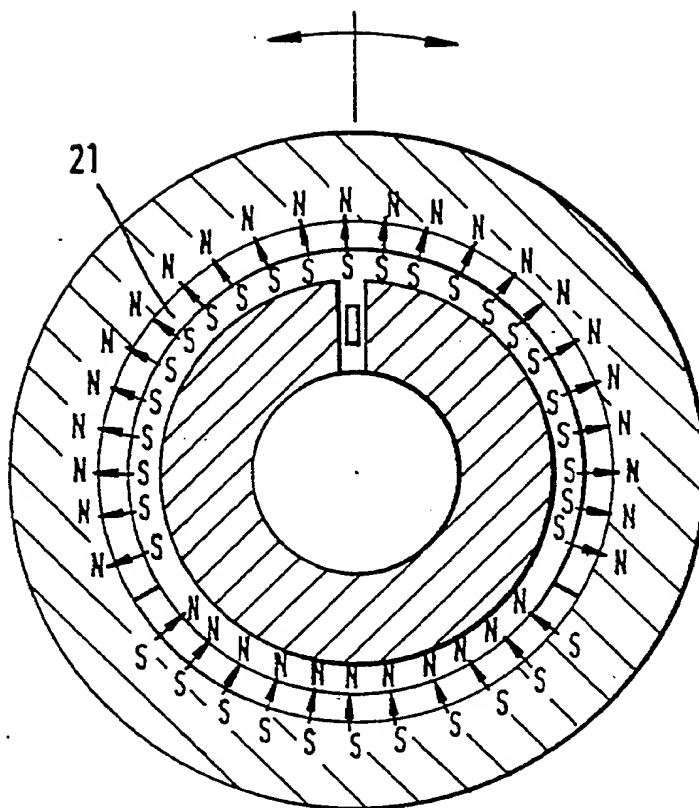


FIG. 8

